
Pengembangan Model Pembelajaran Inkuiri Berbasis AR-VR untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran IPA di SMP

Nur Hidayati¹, Lista Allmas Nurullayly Putri², Talitha Belva Agustine³

¹²³Universitas Negeri Semarang, Semarang

nurhidayati4618_students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi digital membuka peluang baru dalam pengembangan inovasi pembelajaran, termasuk dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP). Salah satu permasalahan yang sering muncul dalam pembelajaran IPA adalah kesulitan siswa dalam memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak, seperti struktur dan fungsi sel. Teknologi Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) memiliki potensi untuk menghadirkan visualisasi konsep secara lebih konkret, interaktif, dan imersif sehingga dapat membantu siswa memahami fenomena ilmiah yang sulit diamati secara langsung. Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemanfaatan AR maupun VR secara terpisah mampu meningkatkan pemahaman konsep, hasil belajar, serta keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains. Namun demikian, kajian yang secara konseptual mengintegrasikan teknologi AR dan VR dengan model pembelajaran inkuiri secara sistematis dalam pembelajaran IPA di SMP masih terbatas. Oleh karena itu, artikel konseptual ini bertujuan untuk merumuskan kerangka pengembangan model pembelajaran inkuiri berbasis AR-VR untuk meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di SMP. Penelitian ini menggunakan metode literature review dengan menganalisis berbagai hasil penelitian yang relevan mengenai penggunaan AR, VR, serta model pembelajaran inkuiri dalam pendidikan sains. Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi teknologi AR-VR dalam sintaks pembelajaran inkuiri berpotensi mendukung proses observasi, eksplorasi, analisis, dan konstruksi konsep secara lebih mendalam melalui pengalaman belajar yang lebih interaktif dan kontekstual. Kerangka pembelajaran yang diusulkan diharapkan dapat menjadi alternatif inovasi pembelajaran IPA sekaligus menjadi dasar bagi penelitian empiris selanjutnya terkait implementasi model pembelajaran inkuiri berbasis AR-VR di SMP.

Kata kunci: *augmented reality*; model pembelajaran inkuiri; sekolah menengah pertama; *virtual reality*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital dalam beberapa dekade terakhir telah membawa perubahan yang signifikan dalam berbagai bidang kehidupan, termasuk dalam dunia pendidikan. Integrasi teknologi dalam proses pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu penyampaian informasi, tetapi juga dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif, kontekstual, dan bermakna bagi peserta didik. Dalam konteks pendidikan abad ke-21, pemanfaatan teknologi digital menjadi salah satu strategi penting untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sekaligus mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, serta kemampuan pemecahan masalah siswa. Berbagai inovasi teknologi pendidikan, khususnya teknologi berbasis Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR), mulai banyak dikembangkan sebagai media pembelajaran yang mampu memperkaya pengalaman belajar siswa melalui visualisasi yang lebih nyata dan interaktif (Zhang & Wang, 2021). Penggunaan teknologi tersebut juga dinilai mampu meningkatkan minat serta keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains yang selama ini sering dianggap sulit dan abstrak (Abdullah et al., 2022).

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan salah satu mata pelajaran yang memiliki karakteristik pembelajaran berbasis fenomena alam dan proses ilmiah. Pembelajaran IPA tidak hanya menekankan pada penguasaan konsep, tetapi juga pada pemahaman terhadap hubungan antara teori ilmiah dan fenomena yang terjadi di lingkungan sekitar. Namun demikian, dalam praktiknya pembelajaran IPA di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) masih menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan media pembelajaran, kurangnya kegiatan praktikum, serta metode pembelajaran yang masih berpusat pada guru. Kondisi tersebut seringkali menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep ilmiah yang bersifat abstrak, seperti struktur sel, sistem organ, maupun berbagai proses biologis yang terjadi pada tingkat mikroskopis. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran yang inovatif dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep serta hasil belajar siswa dalam pembelajaran IPA (Bara et al., 2025; Usman Ali & Ibrohim Burhan, 2025).

Salah satu pendekatan yang mulai banyak dikembangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pemanfaatan teknologi digital berbasis visualisasi interaktif, seperti Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR). Augmented Reality merupakan teknologi yang memungkinkan penggabungan objek virtual dengan lingkungan nyata sehingga pengguna dapat melihat representasi visual suatu objek dalam bentuk tiga dimensi secara langsung (Mustaqim, 2016). Sementara itu, Virtual Reality memungkinkan pengguna merasakan pengalaman berada dalam lingkungan virtual yang menyerupai kondisi nyata sehingga memberikan pengalaman belajar yang lebih imersif. Melalui teknologi tersebut, konsep-konsep ilmiah yang sulit diamati secara langsung dapat divisualisasikan secara lebih konkret sehingga membantu siswa memahami konsep secara lebih mendalam (Sahin & Yilmaz, 2020; Sutarman et al., 2024).

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan teknologi AR maupun VR dalam pembelajaran sains memberikan dampak positif terhadap proses dan hasil belajar siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Abdillah et al. (2018) menunjukkan bahwa penggunaan media Virtual Reality dalam pembelajaran IPA mampu meningkatkan kemampuan analisis siswa secara signifikan. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa penggunaan teknologi Augmented Reality dapat meningkatkan prestasi belajar serta membangun sikap positif siswa terhadap pembelajaran IPA (Sahin & Yilmaz, 2020). Temuan serupa juga dilaporkan oleh Abdullah et al. (2022) yang menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran sains mampu meningkatkan pencapaian belajar, kepuasan belajar, serta minat siswa terhadap materi yang dipelajari.

Selain berperan sebagai media visualisasi, teknologi AR juga memiliki potensi untuk mendukung pembelajaran berbasis penyelidikan ilmiah. Penelitian lain yang dilakukan oleh Wen et al. (2023) juga menunjukkan bahwa integrasi Augmented Reality dengan pendekatan inquiry-based learning dapat meningkatkan kemampuan belajar mandiri serta kreativitas siswa dalam memahami konsep sains. Namun demikian, kajian sistematis yang dilakukan oleh Zhang dan Wang (2021) menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian mengenai pemanfaatan teknologi AR dan VR dalam pendidikan sains masih berfokus pada pengembangan media pembelajaran atau pengujian efektivitas teknologi tersebut secara terpisah. Kajian yang membahas integrasi teknologi AR dan VR dengan model pembelajaran tertentu secara lebih sistematis masih relatif terbatas. Dengan kata lain, penelitian sebelumnya belum banyak mengkaji bagaimana teknologi imersif tersebut dapat diintegrasikan secara konseptual dengan pendekatan pedagogis yang mendukung proses penyelidikan ilmiah dalam pembelajaran sains.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat diidentifikasi adanya kesenjangan literatur dalam kajian pemanfaatan teknologi imersif dalam pembelajaran IPA. Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan teknologi Augmented Reality maupun Virtual Reality mampu meningkatkan pemahaman konsep, motivasi belajar, serta keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains. Namun pada penelitian sebelumnya masih terbatas pembahasan mengenai kerangka konseptual integrasi AR dan VR dengan model pembelajaran inkuiri secara sistematis dalam pembelajaran IPA di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP). Oleh karena itu, artikel konseptual ini bertujuan untuk mengkaji serta merumuskan pengembangan model pembelajaran inkuiri berbasis AR–VR untuk meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di SMP melalui pendekatan literature review. Kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi konseptual berupa kerangka pembelajaran inovatif yang dapat menjadi dasar bagi pengembangan penelitian empiris maupun implementasi pembelajaran IPA berbasis teknologi imersif di sekolah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian literatur (literature review) untuk mengkaji serta merumuskan kerangka konseptual pengembangan model pembelajaran inkuiri berbasis Augmented Reality dan Virtual Reality (AR–VR) dalam pembelajaran IPA di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP). Metode literature review dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mensintesis berbagai temuan penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik penelitian sehingga dapat menghasilkan kerangka konseptual yang komprehensif.

Proses penelusuran literatur dilakukan dengan memanfaatkan beberapa basis data ilmiah, seperti Google Scholar, Scopus, dan ScienceDirect. Penelusuran artikel dilakukan menggunakan bantuan aplikasi Publish or Perish (PoP) dengan kata kunci “Augmented Reality in science education”, “Virtual Reality in science learning”, “inquiry-based learning in science”, serta “AR/VR in science education”. Rentang tahun publikasi yang digunakan dalam pencarian literatur adalah 10 tahun terakhir dari tahun 2016 hingga 2025, dengan tujuan memperoleh sumber penelitian yang relatif mutakhir dan relevan dengan perkembangan teknologi pembelajaran digital.

Berdasarkan hasil penelusuran, diperoleh sekitar 210 artikel yang berkaitan dengan penggunaan teknologi AR dan VR dalam pendidikan sains. Selanjutnya dilakukan proses seleksi berdasarkan kesesuaian topik, relevansi dengan pembelajaran IPA, serta keterkaitan dengan pendekatan pembelajaran inkuiri. Setelah melalui tahap penyaringan awal berdasarkan judul dan abstrak, diperoleh sekitar 45 artikel yang dinilai relevan dengan topik penelitian. Dari jumlah tersebut kemudian dilakukan seleksi lanjutan berdasarkan kualitas sumber dan

kedalaman pembahasan sehingga diperoleh 10 artikel utama yang digunakan sebagai sumber utama dalam analisis literatur pada penelitian ini.

Kriteria artikel yang digunakan dalam kajian ini meliputi beberapa aspek, yaitu: (1) artikel dipublikasikan pada jurnal ilmiah atau prosiding konferensi yang memiliki reputasi akademik baik; (2) artikel membahas pemanfaatan teknologi Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR), atau keduanya dalam pembelajaran sains; (3) artikel memiliki keterkaitan dengan pendekatan pembelajaran inkuiri atau pembelajaran berbasis penyelidikan ilmiah; serta (4) artikel membahas konteks pembelajaran pada tingkat pendidikan dasar hingga menengah yang relevan dengan karakteristik pembelajaran IPA di SMP.

Data yang diperoleh dari berbagai sumber literatur tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan cara mengidentifikasi temuan utama dari setiap penelitian, membandingkan hasil penelitian yang relevan, serta mengkaji kontribusi masing-masing penelitian terhadap pengembangan pembelajaran IPA berbasis teknologi imersif. Hasil analisis literatur tersebut selanjutnya digunakan untuk merumuskan kerangka konseptual pengembangan model pembelajaran inkuiri berbasis AR–VR yang diharapkan dapat mendukung peningkatan kualitas pembelajaran IPA di SMP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Literatur Pemanfaatan AR dan VR dalam Pembelajaran IPA

Pemanfaatan teknologi Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) dalam pembelajaran sains semakin banyak dikaji dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini sejalan dengan kebutuhan pembelajaran IPA yang menuntut visualisasi fenomena ilmiah yang seringkali bersifat abstrak dan sulit diamati secara langsung oleh siswa. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa teknologi imersif mampu menghadirkan representasi visual yang lebih konkret sehingga membantu siswa membangun pemahaman konsep secara lebih mendalam. Secara umum, hasil kajian literatur menunjukkan adanya tiga pola utama pemanfaatan teknologi AR dan VR dalam pembelajaran IPA. Pertama, teknologi AR dan VR dimanfaatkan sebagai media visualisasi konsep ilmiah yang sulit diamati secara langsung, seperti struktur sel, sistem organ, atau fenomena mikroskopis. Kedua, teknologi tersebut digunakan untuk meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar siswa melalui pengalaman belajar yang lebih interaktif dan imersif. Ketiga, beberapa penelitian mulai mengintegrasikan teknologi AR dengan pendekatan pembelajaran berbasis penyelidikan ilmiah (inquiry learning) untuk mendukung proses eksplorasi konsep oleh siswa.

Dalam konteks visualisasi konsep, teknologi AR dan VR memungkinkan siswa untuk mengamati objek atau fenomena ilmiah dalam bentuk tiga dimensi sehingga konsep yang sebelumnya abstrak dapat dipahami secara lebih konkret. Teknologi ini membantu siswa menghubungkan representasi visual dengan konsep ilmiah yang dipelajari sehingga proses konstruksi pengetahuan dapat berlangsung lebih efektif. Selain itu, pengalaman belajar yang bersifat imersif juga dapat meningkatkan rasa ingin tahu siswa terhadap fenomena ilmiah yang dipelajari. Dari sisi keterlibatan siswa, sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi AR dan VR mampu meningkatkan motivasi serta minat belajar siswa dalam pembelajaran sains. Hal ini disebabkan karena teknologi tersebut menghadirkan pengalaman belajar yang lebih menarik dibandingkan dengan media pembelajaran konvensional. Interaksi langsung dengan objek virtual memungkinkan siswa terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Selain berfungsi sebagai media visualisasi, beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa teknologi AR dapat mendukung implementasi pembelajaran berbasis inkuiri. Dalam pembelajaran inkuiri, siswa didorong untuk melakukan pengamatan, mengajukan pertanyaan,

menyusun hipotesis, serta melakukan eksplorasi terhadap suatu fenomena ilmiah. Teknologi AR dapat membantu siswa melakukan proses observasi dan eksplorasi konsep secara lebih mendalam melalui visualisasi objek yang interaktif. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi imersif memiliki potensi untuk mendukung pendekatan pembelajaran yang menekankan pada proses penyelidikan ilmiah.

Meskipun demikian, hasil analisis literatur juga menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian masih berfokus pada pengujian efektivitas media AR atau VR secara terpisah, sementara kajian yang mengintegrasikan kedua teknologi tersebut dengan model pembelajaran tertentu masih relatif terbatas. Selain itu, penelitian yang secara khusus mengkaji pengembangan kerangka pembelajaran yang mengintegrasikan AR, VR, dan model pembelajaran inkuiri dalam pembelajaran IPA di tingkat SMP juga masih jarang ditemukan. Kondisi ini menunjukkan bahwa masih terdapat peluang untuk mengembangkan model pembelajaran yang mampu memadukan teknologi imersif dengan pendekatan pedagogis yang mendukung proses penyelidikan ilmiah siswa. Ringkasan hasil analisis literatur terkait penggunaan AR dan VR dalam pembelajaran IPA disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Literatur Pemanfaatan AR dan VR dalam Pembelajaran IPA

Peneliti	Teknologi	Fokus Penelitian	Temuan Utama
Abdillah et al. (2018)	Virtual Reality	Penggunaan VR dalam pembelajaran IPA	VR meningkatkan kemampuan analisis siswa melalui pengalaman belajar yang imersif
Sahin & Yilmaz (2020)	Augmented Reality	Pengaruh AR terhadap prestasi belajar siswa	AR meningkatkan prestasi belajar dan sikap positif terhadap pembelajaran sains
Rahmawati et al. (2021)	Virtual Reality	Meta-analisis VR dalam pembelajaran IPA	VR memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman konsep siswa
Zhang & Wang (2021)	AR & VR	Kajian sistematis penggunaan AR/VR dalam pendidikan sains	AR dan VR efektif meningkatkan visualisasi konsep dan pengalaman belajar
Abdullah et al. (2022)	Augmented Reality	Pengaruh AR terhadap minat dan kepuasan belajar	AR meningkatkan keterlibatan kerja serta motivasi belajar siswa
Sutarman et al. (2024)	Augmented Reality	Pengaruh AR terhadap pemahaman konsep	AR membantu siswa memahami konsep sains yang kompleks
Bara et al. (2025)	Augmented Reality	Pengaruh AR terhadap hasil belajar IPA	Media AR meningkatkan hasil belajar siswa SMP
Aliyani et al. (2025)	Augmented Reality	Pengembangan media AR kontekstual	AR mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa
Usman Ali & Ibrohim Burhan (2025)	Augmented Reality	Media inovatif dalam pembelajaran IPA	Media inovatif membantu meningkatkan pemahaman konsep
Wen et al. (2023)	Augmented Reality	Integrasi AR dengan inquiry-based learning	AR meningkatkan kemampuan belajar mandiri serta kreativitas siswa dalam pembelajaran sains. AR berpotensi mendukung implementasi pembelajaran berbasis inkuiri

Berdasarkan hasil analisis literatur pada Tabel 1, dapat diidentifikasi bahwa pemanfaatan teknologi Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) dalam pembelajaran IPA menunjukkan kecenderungan temuan yang relatif konsisten. Sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa teknologi tersebut mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa melalui visualisasi objek atau fenomena ilmiah yang sebelumnya sulit diamati secara langsung. Selain itu, teknologi AR dan VR juga terbukti mampu meningkatkan motivasi serta keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran karena memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan imersif.

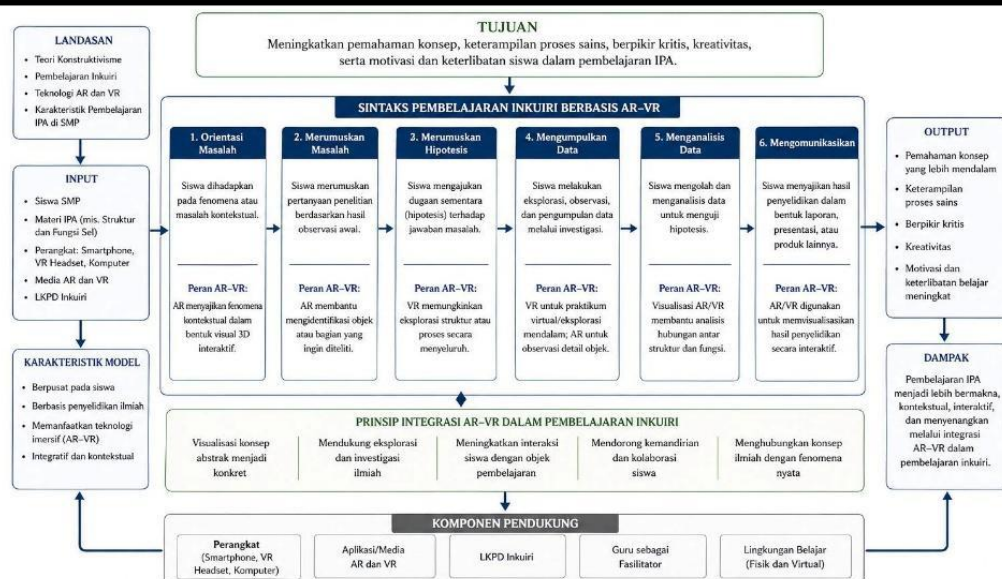
Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pengujian efektivitas media pembelajaran berbasis AR atau VR secara terpisah, terutama dalam meningkatkan hasil belajar atau pemahaman konsep siswa. Penelitian yang mengkaji bagaimana teknologi tersebut dapat diintegrasikan dengan model pembelajaran tertentu masih relatif terbatas. Beberapa penelitian mulai menunjukkan potensi integrasi AR dengan pendekatan pembelajaran berbasis inkuiri, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian Wen et al. (2023) yang menemukan bahwa penggunaan AR dalam kegiatan pembelajaran berbasis inkuiri mampu meningkatkan kemampuan belajar mandiri serta kreativitas siswa dalam memahami konsep sains.

Di sisi lain, kajian sistematis yang dilakukan oleh Zhang dan Wang (2021) juga menunjukkan bahwa penelitian mengenai penggunaan teknologi AR dan VR dalam pendidikan sains masih didominasi oleh studi yang berfokus pada pengembangan media atau pengujian efektivitas teknologi tersebut. Kajian yang membahas integrasi teknologi AR dan VR dengan pendekatan pedagogis tertentu secara komprehensif masih relatif terbatas. Temuan ini menunjukkan adanya peluang untuk mengembangkan kerangka pembelajaran yang mampu memadukan teknologi imersif dengan model pembelajaran yang menekankan pada proses penyelidikan ilmiah siswa.

Berdasarkan temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa meskipun teknologi AR dan VR telah terbukti memberikan kontribusi positif terhadap pembelajaran IPA, kajian mengenai pengembangan model pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi AR dan VR dengan model pembelajaran inkuiri secara sistematis dalam pembelajaran IPA di tingkat SMP masih sangat terbatas. Oleh karena itu, diperlukan suatu kerangka pembelajaran yang mampu mengintegrasikan teknologi AR dan VR dengan sintaks model pembelajaran inkuiri sehingga proses pembelajaran IPA dapat berlangsung secara lebih interaktif, kontekstual, dan bermakna bagi siswa.

Inovasi Kerangka Pembelajaran Inkuiri Berbasis AR dan VR

Pengembangan model pembelajaran inkuiri berbasis Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) dalam pembelajaran IPA di SMP dirancang untuk memperkuat proses penyelidikan ilmiah dengan memanfaatkan teknologi visual interaktif. Integrasi teknologi AR dan VR memungkinkan peserta didik mengamati objek atau fenomena ilmiah yang bersifat abstrak secara lebih konkret dan mendalam. Dalam konteks pembelajaran IPA, teknologi ini dapat membantu siswa memahami struktur, proses, serta hubungan antar konsep melalui pengalaman belajar yang lebih imersif dan kontekstual. Model yang diusulkan mengadaptasi sintaks pembelajaran inkuiri dengan menempatkan teknologi AR dan VR sebagai media pendukung pada setiap tahap penyelidikan ilmiah.



Gambar 1. Model Pembelajaran Inkuiri Berbasis AR-VR

Kerangka model ini terdiri atas enam tahapan utama pembelajaran, yaitu orientasi masalah, perumusan masalah, perumusan hipotesis, pengumpulan data, analisis data, dan komunikasi hasil. Pada tahap orientasi masalah, guru memfasilitasi siswa untuk mengamati fenomena awal yang disajikan melalui media AR sehingga siswa dapat melihat representasi visual objek IPA dalam bentuk tiga dimensi. Melalui visualisasi tersebut, siswa didorong untuk mengaitkan fenomena yang diamati dengan konsep ilmiah yang akan dipelajari.

Tahap berikutnya adalah merumuskan masalah, di mana siswa mengidentifikasi berbagai pertanyaan ilmiah berdasarkan hasil pengamatan awal. Pada tahap ini, teknologi AR membantu siswa mengamati bagian-bagian objek secara lebih detail sehingga mereka dapat merumuskan masalah penelitian yang lebih spesifik dan relevan dengan fenomena yang diamati.

Selanjutnya pada tahap merumuskan hipotesis, siswa menyusun dugaan sementara terhadap jawaban dari permasalahan yang telah dirumuskan. Pemanfaatan teknologi VR pada tahap ini memungkinkan siswa mengeksplorasi struktur atau proses ilmiah secara lebih menyeluruh sehingga membantu mereka membangun pemahaman awal yang mendukung penyusunan hipotesis.

Tahap pengumpulan data dilakukan melalui kegiatan eksplorasi, observasi, atau investigasi ilmiah menggunakan simulasi VR maupun visualisasi AR. Melalui teknologi VR, siswa dapat melakukan eksplorasi virtual terhadap objek atau proses ilmiah yang sulit diamati secara langsung, sedangkan AR membantu menampilkan detail objek secara lebih nyata dalam lingkungan belajar.

Pada tahap analisis data, siswa mengolah serta menafsirkan data yang diperoleh dari hasil pengamatan atau eksplorasi. Visualisasi AR dan VR pada tahap ini berperan membantu siswa memahami hubungan antar struktur, fungsi, maupun proses ilmiah sehingga memudahkan mereka dalam menguji hipotesis yang telah dirumuskan sebelumnya.

Tahap terakhir adalah mengomunikasikan hasil, di mana siswa menyajikan temuan hasil penyelidikan dalam bentuk laporan, presentasi, atau produk pembelajaran lainnya. Teknologi AR dan VR dapat dimanfaatkan untuk memvisualisasikan hasil investigasi secara lebih interaktif sehingga proses komunikasi ilmiah menjadi lebih menarik dan mudah dipahami oleh peserta didik maupun guru.

Melalui integrasi teknologi AR dan VR dalam setiap tahapan pembelajaran inkuiri, proses pembelajaran IPA diharapkan menjadi lebih bermakna, interaktif, dan kontekstual. Model ini tidak hanya mendukung pemahaman konsep secara lebih mendalam, tetapi juga mendorong berkembangnya keterampilan proses sains, kemampuan berpikir kritis, serta keterlibatan aktif siswa dalam kegiatan pembelajaran.

Implikasi

Kajian konseptual ini memberikan beberapa implikasi penting baik dari sisi pengembangan teori maupun praktik pembelajaran IPA di tingkat SMP. Dari sisi teoretis, integrasi teknologi Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) dengan model pembelajaran inkuiri menunjukkan potensi sebagai pendekatan pembelajaran yang mampu memperkaya pengalaman belajar sains. Teknologi AR dan VR memungkinkan visualisasi konsep ilmiah yang kompleks dan abstrak menjadi lebih konkret, sehingga dapat mendukung proses penyelidikan ilmiah yang menjadi inti dari pembelajaran inkuiri. Dengan menggabungkan teknologi imersif dengan tahapan inkuiri seperti orientasi masalah, eksplorasi, penyelidikan, hingga refleksi, pembelajaran IPA dapat mendorong siswa untuk membangun pemahaman konsep secara lebih aktif dan bermakna. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa teknologi digital tidak hanya berfungsi sebagai media visualisasi, tetapi juga dapat menjadi sarana yang mendukung proses konstruksi pengetahuan dalam pembelajaran sains.

Dari sisi praktis, hasil kajian ini memberikan gambaran bagi guru IPA mengenai peluang pemanfaatan teknologi AR dan VR untuk mendukung pembelajaran berbasis inkuiri. Teknologi tersebut dapat digunakan untuk menampilkan objek atau fenomena ilmiah yang sulit diamati secara langsung, seperti struktur sel, sistem organ, atau proses biologis pada tingkat mikroskopis. Dengan demikian, siswa dapat melakukan eksplorasi konsep secara lebih interaktif melalui pengalaman belajar yang menyerupai kondisi nyata. Namun demikian, penerapan teknologi AR dan VR di sekolah perlu mempertimbangkan kesiapan infrastruktur serta kompetensi digital guru. Tanpa dukungan perangkat yang memadai dan pemahaman pedagogis yang tepat, teknologi berisiko hanya digunakan sebagai alat visualisasi yang bersifat demonstratif, bukan sebagai sarana yang benar-benar mendukung proses inkuiri siswa.

Selain memberikan peluang, implementasi teknologi AR dan VR juga memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu menjadi perhatian. Keterbatasan tersebut antara lain berkaitan dengan ketersediaan perangkat teknologi, kebutuhan akses internet yang stabil, serta kemampuan guru dalam mengintegrasikan teknologi dengan strategi pembelajaran yang tepat. Di samping itu, penggunaan teknologi VR dalam jangka waktu yang lama berpotensi menimbulkan ketidaknyamanan fisik seperti kelelahan mata atau disorientasi visual pada sebagian pengguna. Risiko lain yang juga perlu diantisipasi adalah kemungkinan terjadinya distraksi belajar apabila siswa lebih fokus pada aspek visual atau hiburan dari teknologi dibandingkan pada proses berpikir ilmiah yang menjadi tujuan utama pembelajaran inkuiri.

Oleh karena itu, integrasi teknologi AR dan VR dalam pembelajaran IPA perlu dirancang secara bijak dengan tetap menempatkan model pembelajaran sebagai kerangka utama proses belajar. Teknologi seharusnya berfungsi sebagai alat pendukung yang memperkuat aktivitas penyelidikan ilmiah, bukan menggantikan proses berpikir kritis yang menjadi inti dari pembelajaran sains. Dengan perencanaan pembelajaran yang matang serta dukungan pelatihan bagi guru, pemanfaatan teknologi AR dan VR berpotensi menciptakan pengalaman belajar IPA yang lebih interaktif, kontekstual, dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran di era digital. Selain itu, kajian ini juga membuka peluang bagi penelitian selanjutnya untuk menguji secara empiris model pembelajaran inkuiri berbasis AR-VR yang diusulkan sehingga dapat diperoleh bukti yang lebih kuat mengenai efektivitasnya dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di sekolah menengah pertama.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan teknologi Augmented Reality (AR) dan Virtual Reality (VR) memiliki potensi yang signifikan dalam mendukung peningkatan kualitas pembelajaran IPA di tingkat Sekolah Menengah Pertama, khususnya pada materi yang bersifat abstrak seperti struktur dan fungsi sel. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa teknologi AR dan VR mampu menghadirkan visualisasi konsep secara lebih nyata dan interaktif sehingga membantu siswa memahami konsep ilmiah yang sebelumnya sulit dipahami melalui pendekatan pembelajaran konvensional. Selain itu, penggunaan teknologi tersebut juga terbukti mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, menumbuhkan motivasi belajar, serta mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis dalam mempelajari sains. Kajian ini juga menunjukkan bahwa integrasi teknologi AR dan VR dengan model pembelajaran inkuiri berpotensi menciptakan pengalaman belajar yang lebih aktif dan bermakna. Melalui pendekatan tersebut, siswa tidak hanya berperan sebagai penerima informasi, tetapi juga terlibat secara langsung dalam proses pengamatan, eksplorasi, analisis, dan penarikan kesimpulan terhadap fenomena ilmiah yang dipelajari. Integrasi ini memberikan peluang bagi terciptanya pembelajaran IPA yang lebih kontekstual dan interaktif. Secara teoretis, artikel ini memberikan kontribusi berupa penguatan gagasan mengenai pentingnya integrasi teknologi imersif dengan model pembelajaran yang berorientasi pada proses ilmiah siswa. Sementara itu, secara praktis, kerangka pembelajaran yang diusulkan dapat menjadi alternatif inovasi pembelajaran bagi guru dalam memanfaatkan teknologi digital untuk mendukung pembelajaran IPA yang lebih efektif dan menarik. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diperlukan untuk menguji secara empiris implementasi kerangka pembelajaran ini dalam konteks pembelajaran nyata di kelas sehingga dapat memberikan bukti yang lebih kuat mengenai efektivitasnya dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, F., Riyana, C., & Alinawati, M. (2018a). Pengaruh Penggunaan Media Virtual Reality Terhadap Kemampuan Analisis Siswa pada Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Kelas VIII Sekolah Menengah Pertama. In *Educatechnologia* (Vol. 2, Number 1).
- Abdullah, N., Baskaran, V. L., Mustafa, Z., Ali, S. R., & Zaini, S. H. (2022). Augmented Reality: The Effect in Students' Achievement, Satisfaction and Interest in Science Education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(5), 326–350.
- Aliyanti, C., Wicaksono*, I., Doğru, M., Çelik, M., & Ridlo, Z. R. (2025). Development of Contextual Based Augmented Reality Science Learning Media to Improve Critical Thinking Skills of Junior High School Students. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 13(2), 426–443.
- Bara, Y. P., Gasong, D., & Linggih, I. K. (2025). Pengaruh Media Pembelajaran Augmented Reality terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas VIII pada Mata Pelajaran IPA di SMP Kristen Sangalla'. *Jurnal Studi Guru Dan Pembelajaran*, 8(3), 1431–1441.
- Rahmawati, S., Paradia, A., & Noor, F. M. (2021). Meta Analisis Media Pembelajaran IPA SMP/Mts Berbasis Virtual Reality . In *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika* (Vol. 5, Number 1).

-
- Sahin, D., & Yilmaz, R. M. (2020). The effect of Augmented Reality Technology on middle school students' achievements and attitudes towards science education. *Computers and Education*, 144.
- Sutarman, A., Chan, L., & Jati, P. (2024). The Effect of Using Augmented Reality in Science Learning on Middle School Students' Concept Understanding. In *International Journal of Educational Insights and Innovations (IJEDINS)* (Vol. 1, Number 1).
- Usman Ali, L., & Ibrohim Burhan, L. (n.d.). E d u C e n d e k i a Pengaruh Penggunaan Media Interaktif Berbasis Augmented Reality terhadap Hasil Belajar IPA Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Terintegrasi*, 1(1), 2025–2060.
- Wen, Y., Wu, L., He, S., Ng, N. H. E., Teo, B. C., Looi, C. K., & Cai, Y. (2023). Integrating augmented reality into inquiry-based learning approach in primary science classrooms. *Educational Technology Research and Development*, 71(4), 1631–1651.
- Zhang, W., & Wang, Z. (2021). Theory and practice of vr/ar in k-12 science education—a systematic review. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 13, Number 22). MDPI.